

**PENGARUH KOMPOSISI *CORN STARCH* SEBAGAI *FILLER*
PADA SIFAT MEKANIS PLASTIK HDPE**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

Oleh:

MUHAMMAD RIDWAN NURCAHYO

D 200 120 105

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2018

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH KOMPOSISI *CORN STARCH* SEBAGAI *FILLER*
PADA SIFAT MEKANIS PLASTIK HDPE**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

MUHAMMAD RIDWAN NURCAHYO

D 200 120 105

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh :

Dosen Pembimbing



Ir. Agus Dwi Anggono, ST., M.Eng., Ph.D.

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH KOMPOSISI *CORN STARCH* SEBAGAI *FILLER* PADA SIFAT
MEKANIS PLASTIK HDPE**

Oleh :

MUHAMMAD RIDWAN NURCAHYO

D 200 120 105

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin
Universitas Muhammadiyah Surakarta Pada hari Selasa, 30 Oktober 2018
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Ir. Agus Dwi Anggono, ST., M.Eng., Ph.D.
(Ketua Dewan Penguji)
2. Bambang Waluyo F., ST., MT.
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Wijianto, ST., M.Eng., Sc.
(Anggota II Dewan Penguji)

()

()

()

Dekan

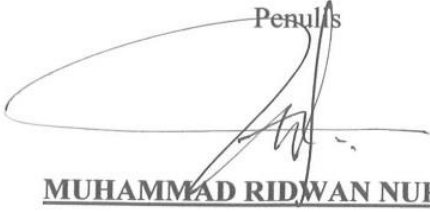

Ir. H. Sri Sunarjono, MT, Ph.D
NIK.682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti atau ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas maka akan saya pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 30 Oktober 2018

Penulis

MUHAMMAD RIDWAN NURCAHYO
NIM: D 200 120 105

PENGARUH KOMPOSISI *CORN STARCH* SEBAGAI *FILLER* PADA SIFAT MEKANIS PLASTIK HDPE

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat mekanis pada plastik hdpe dengan variasi persentase *filler cornstarch* 10% dan 15% dan perlakuan perendaman. Penelitian ini menggunakan bahan *cornstarch* sebagai *filler* dan polimer hdpe sebagai matrik. Perlakuan perendaman dengan air selama 30 hari

Selanjutnya proses pembuatan spesimen mengacu pada standar ISO 294 dengan menggunakan mesin *injection molding* Meiki M-70B dengan kekuatan *clamping* maksimal 70 ton yang dioperasikan dengan kondisi temperatur *barrel* 200°C, tekanan injeksi 12 MPa, *holding pressure* 9 MPa dan waktu siklus 41 detik. Sifat mekanis yang diamati adalah kuat tarik dan mengacu pada standar ISO 527-1a.

Hasil penelitian diperoleh nilai kuat tarik tertinggi rata-rata pada plastik hdpe dengan persentase *filler cornstarch* 10% tanpa perlakuan perendaman sebesar 70,603 MPa, terendah pada plastik hdpe dengan *filler cornstarch* 15% dengan perlakuan perendaman sebesar 63,449 MPa, nilai regangan tarik rata-rata tertinggi pada plastik hdpe dengan *filler cornstarch* 10% dengan perlakuan perendaman sebesar 70,887 MPa, terendah pada plastik hdpe dengan *filler cornstarch* 15% sebesar 58,203 MPa, nilai modulus elastisitas rata-rata tertinggi pada plastik hdpe dengan *filler cornstarch* 15% sebesar 1,100 MPa, terendah pada plastik hdpe dengan *filler cornstarch* 10% dengan perlakuan perendaman sebesar 0,987 MPa. Dari hasil pengujian tarik penambahan persentase *filler cornstarch* menyebabkan plastik hdpe menjadi getas.

Kata kunci : hdpe, *cornstarch*, uji tarik, *injection molding*

Abstract

The objective of the research is to investigate the mechanical properties of HDPE composite. The composite developed from HDPE plastic as matrix material and cornstarch filler in 10% and 15% concentration. The soaking treatment was carried out for the material during 30 days.

Specimens manufacture was referred to ISO 294 standard by using injection molding machine of Meiki M-70B. The clamping force was 70 Tons maximum that is operated in 200 °C of barrel temperature, injection pressure 12 MPa,

holding pressure 9 MPa and cycle time 41 seconds. The tensile test was conducted based on the ISO 527-1a standard.

The result shows that the highest tensile test was 70,603 MPa from HDPE with 10% filler of cornstarch without soaking treatment. While the lower tensile test was 63,449 MPa from HDPE with 15% filler of cornstarch and water soaking treatment for 30 days. For the specimen with 10% filler and soaking treatment, the tensile test was 70,887 MPa. The lowest tensile test was 58,203 MPa from specimen with 15% filler. The highest elasticity modulus was 1,100 MPa from specimen with 15% filler and the lowest was 0,987 MPa from specimen with 10% filler and soaking treatment. Filler material of cornstarch in HDPE was influenced the material properties of brittleness.

Keyword : *hdpe, cornstarch, tensile test, injection molding*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada saat ini penggunaan material plastik secara bertahap mulai menggeser penggunaan bahan material lain seperti logam, kayu, kulit, dll. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya penggunaan material plastik pada berbagai macam produk mulai dari produk elektronik, otomotif, peralatan rumah tangga, dll sebagai bahan dasar pembuatan sebuah produk. Hal ini tentunya tidak terlepas dari kelebihan yang dimiliki oleh material plastik itu sendiri. Kelebihan material plastik dibandingkan material lain yaitu kuat, ringan, tahan terhadap air dan karat, tahan terhadap bahan kimia, memiliki tekstur yang mengkilat dan licin, lentur dan fleksibel, serta biaya produksi yang relatif murah (Anang S.,2017).

Plastik adalah salah satu jenis makromolekul yang dibentuk dengan proses penggabungan beberapa molekul sederhana (monomer) melalui proses kimia menjadi molekul besar (makromolekul atau polimer), proses ini disebut polimerisasi. Plastik dapat dikelompokkan menjadi dua macam yaitu thermoplastik dan thermosetting. Thermoplastik adalah plastik yang jika dipanaskan dalam temperatur tertentu, akan mencair dan dapat dibentuk kembali menjadi bentuk yang diinginkan. Sedangkan

thermosetting adalah plastik yang jika telah dibuat dalam bentuk padat, tidak dapat dicairkan kembali dengan cara dipanaskan (U.B. Surono, 2013).

Jenis polimer termoplastik yang menarik perhatian untuk dikembangkan salah satunya adalah HDPE. HDPE sebagai matrik memiliki kelebihan dibanding jenis termoplast yang lain. Hal ini tentu karena sifat-sifat khususnya yang antara lain memiliki tensile strength dan gaya antar molekul yang tinggi serta tahan terhadap pengaruh bahan kimia sehingga memiliki aplikasi yang luas (<https://id.wikipedia.org>).

Untuk membuat barang-barang plastik agar mempunyai sifat-sifat seperti yang dikehendaki, maka dalam proses pembuatannya selain bahan baku utama diperlukan juga bahan tambahan atau aditif. Penggunaan bahan tambahan ini beraneka ragam tergantung pada bahan baku yang digunakan dan mutu produk yang akan dihasilkan. Berdasarkan fungsinya maka bahan tambahan atau bahan pembantu proses dapat dikelompokkan menjadi: bahan pelunak (*plasticsizer*), bahan penstabil (*stabilizer*), bahan pelumas (*lubricant*), bahan pengisi (*filler*), pewarna (*colorant*), antistatic agent, *blowing agent*, *flame*. Bahan aditif yang ditambahkan tersebut disebut komponen non-plastik yang berupa senyawa anorganik atau organik yang memiliki berat molekul rendah. Bahan aditif dapat berfungsi sebagai pewarna, antioksidan, penyerap sinar UV, anti lekat dan masih banyak lagi (Winarno, 1994).

Teknologi komposit polimer yang menggunakan filler serbuk sudah banyak dikembangkan dengan tujuan untuk mendapatkan material baru pengganti logam. Karena pada umumnya komposit bermatrik polimer memiliki densitas yang jauh lebih kecil dibandingkan dengan logam. Penambahan filler pada umumnya bertujuan untuk meningkatkan sifat fisik komposit dan bertujuan mencampur sesuatu yang lebih murah dibanding dengan menggunakan polimer murni (Ismariny, 2007).

Jenis filler yang banyak dipakai oleh para perekayasa material komposit dengan matrik polimer adalah *anorganic filler*, diantaranya adalah *talk*, *clay*, *calcium carbonat*, mika, silikat karbonat dan serat gelas. Sedang yang berasal dari bahan alam antara lain serbuk kulit padi (*rice husk powder*), *egg shell powder*, *wood flour*, pati-

patian (*stark*), serat-serat alam (*bio fiber*) dan lain-lain. Sifat-sifat komposit yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh sifat dasar dari matrik dan bahan filler nya. Sifat-sifat itu meliputi sifat fisik, mekanik, termal, kemampuan degradasi, kompatibilitas dan lain-lain. Serbuk – serbuk *filler* yang digunakan juga memiliki berbagai ukuran, baik dari yang berukuran mikro sampai dengan yang berukuran nano (Agustinus;Widodo,2018).

Komposit polimer dari jenis thermoplas dengan filler serbuk organik maupun anorganik sudah banyak dikembangkan oleh beberapa peneliti. Antara lain Kusmono mensintesa komposit bermatrik polipropilena (PP) dengan clay filler berukuran nano untuk mengetahui sifat fisik dan sifat mekaniknya (Kusmono, 2010), Sudirman menggunakan pasir dalam komposit bermatrik PP untuk mempelajari morfologi pada patahan (Sudirman, 2000), dan masih banyak lagi.

1.2 Tujuan Penelitian

1. Melakukan fabrikasi material *High Density Polyethylene* (HDPE) dengan variasi kandungan filler corn starch sebesar 10 % dan 15% menggunakan metode *injection molding*.
2. Melakukan pengujian tarik pada material HDPE dengan *filler corn starch*, guna mengetahui pengaruh penambahan variasi *filler corn starch* terhadap sifat mekanis material HDPE.
3. Mempelajari hasil dari nilai sifat mekanis pengujian tarik material HDPE dengan variasi kandungan *filler*.

1.3 Batasan Masalah

1. Bahan yang digunakan adalah *polyethylene* HDPE dan corn starch sebagai *filler*.
2. Proses pembuatan spesimen adalah dengan proses *injection molding*.
3. Variasi yang digunakan adalah perbandingan 10%, 15%, dan direndam selama 30 hari di air.

1.4 Tinjauan Pustaka

Plastik HDPE termasuk dalam kategori thermoplastik, karena memiliki ikatan antar molekul yang linier, sehingga dapat mengalami pelunakan atau perubahan bentuk, dengan kata lain meleleh jika dikenai panas. HDPE (*high density polyethylene*), terbentuk dari gabungan molekul-molekul kecil atau monomer yang akan membentuk makro molekul, maka disebut juga *polymer*. Proses pembuatan *polymer* ini disebut polimerisasi, yang melibatkan energi panas dan katalisator untuk memisahkan ikatan dalam suatu molekul agar dapat terjadi ikatan dengan molekul-molekul lain yang sejenis (Billmeyer, 1994).

Proses *injection molding* seperti proses pengoperasian pada jarum suntik, dimana lelehan plastik disuntikkan kedalam cetakan yang tertutup rapat dan berada di dalam mesin sehingga lelehan plastik tersebut memenuhi ruang yang berada pada *mold* dan sesuai dengan bentuk produk yang diinginkan. Proses siklus *injection molding* terdiri dari empat tahap, yaitu *clamping* dimana dua dies tertutup rapat, *injection* dimana plastik cair pada kesempatan ini hdpe di injeksikan kedalam cetakan, *cooling* adalah proses pendinginan material yang telah diinjeksikan, *ejection* proses ketika *mold* terbuka dan *ejector system* mendorong material keluar dari *mold* (Bryce, 1998).

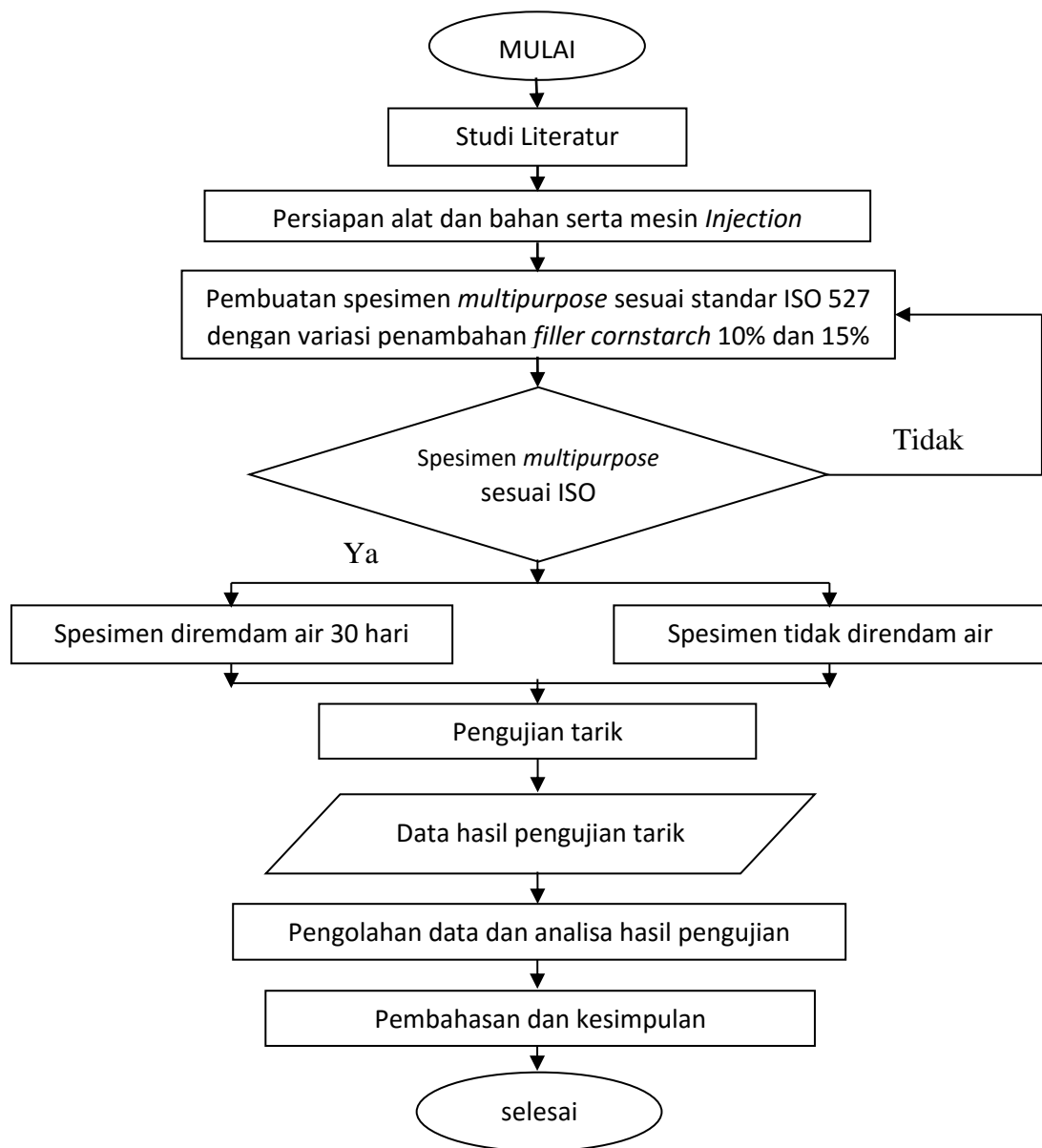
M. Luqman., (2017) telah melakukan penelitian sifat mekanis komposit *polypropylene* dengan variasi *filler* CaCO_3 5%, 15%, 25% dengan metode *injection molding* mendapatkan hasil nilai kuat tarik tertinggi pada *specimen* dengan variasi *filler* 15% sebesar 24,509 MPa, dan penambahan *filler* CaCO_3 menyebabkan *specimen multipurpose* menjadi getas.

Juniarto.A., (2018) telah melakukan penelitian penambahan serbuk ampas aren pada limbah plastik *polypropylene* dengan perbandingan fraksi berat polipropilen (PP) dan serbuk ampas aren yang dipakai adalah 90%: 10%; 80%: 20%; 70%: 30%. Serta pengujian serapan air selama 1, 7, dan 14 hari. Dari hasil pengujian didapatkan pengujian sifat mekanik terbaik pada perbandingan komposisi fraksi berat 90%: 10% dengan perlakuan direndam air masing-masing selama 0, 1,7, 14 hari

didapatkan tegangan tarik sebesar 21,36 MPa, 20,87 MPa, 19,26 MPa, 19,20 MPa. Regangan sebesar 1,57%, 1,74%, 1,28%, 1,28%. Modulus elastisitas sebesar 1368,09 MPa, 1490,55 MPa, 1510,95 MPa, 1597,52 MPa.

2. METODE

2.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian.

2.2 Alat dan Bahan

1. Alat

- a. Mesin *Injection Molding*
- b. Alat Uji Kuat Tarik
- c. Oven
- d. Ayak Mesh
- e. Timbangan Digital
- f. Alat Bantu (jangka sorong, sarung tangan, tang, loyang, spidol dan sendok)

2. Bahan

- a. Material hdpe Marlex 9012
- b. *Corn starch*

2.3 Cara Kerja

1. Proses Pengayakan dan Pengeringan *Cornstarch*

Pertama-tama *cornstarch* ditimbang diatas loyang dengan ukuran 30cm x 30cm sebanyak 500gr. Setelah itu *cornstarch* dikeringkan didalam oven dengan parameter suhu 150 derajat dan waktu pengovenan kurang lebih selama 2 jam. Proses ini bertujuan untuk mengurangi kadar air yang terkandung dalam *cornstarch* yang berguna untuk memudahkan proses pencampuran *cornstarch* dan material HDPE didalam *barrel injection molding*. Setelah proses pengovenan selesai, dilakukan proses pengayakan guna mendapatkan hasil *cornstarch* yang halus dan terbebas dari penggumpalan. Adapun mesh yang digunakan dalam proses pengayakan adalah mesh 100.

2. Proses pencampuran material hdpe dan *cornstarch*

Langkah selanjutnya adalah proses pencampuran material HDPE dengan *filler cornstarch* menggunakan timbangan. Adapun persentase campuran antara material HDPE dengan *filler cornstarch* adalah sebagai berikut :

- a. Material HDPE dengan komposisi 90gr dan *cornstarch* 10gr adalah campuran filler 10%.

b. Material HDPE dengan komposisi 85gr dan *cornstarch* 15gr adalah campuran filler 15%.

Adapun media yang digunakan untuk mencampurkan kedua bahan adalah menggunakan plastik bening ukuran 21 cm x 29,7 cm dengan cara di aduk menggunakan sendok selama 5 menit.

3. Proses Pembuatan Spesimen *Multipurpose*

Pada proses ini diawali dengan menghidupkan mesin *injection molding* serta mengatur *setting* parameter menggunakan panel input yang ada pada mesin. Adapun parameter – parameter yang ada pada mesin *injection molding* adalah sebagai berikut:

1. Mengatur parameter *mold close*
2. Mengatur parameter *mold open*
3. Mengatur parameter *injection*
4. Mengatur parameter *holding press*
5. Mengatur parameter temperatur *barrel*

Proses pembuatan spesimen dengan mesin *injection molding* berjalan sesuai dengan parameter yang telah disesuaikan pada langkah sebelumnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Fabrikasi Spesimen *Multipurpose*

Proses fabrikasi spesimen *multipurpose* dengan metode *injection molding* dan standar pembuatan ISO 294 telah dilakukan dan menghasilkan spesimen dengan variasi filler *cornstarch* 10% dan 15%. Berikut adalah contoh spesimen yang telah dihasilkan dengan metode *injection molding* :



Gambar 2. Spesimen *multipurpose* sesuai standar ISO 294.

Pada (Gambar 2.) adalah spesimen *multipurpose* yang dihasilkan melalui mesin *injection molding* Meiki M-70B dengan siklus proses 41 detik, panjang 150 mm, tebal 4 mm, lebar 20 mm, dan berat 10 gram.

3.2 Hasil Pengujian Tarik

Pengujian tarik spesimen yang dilakukan mengacu pada standar ISO 527-1a. Pengujian tarik menggunakan alat uji Instron 3367 dan dilakukan di Balai Latihan Kerja Surakarta. Hasil pengujian tarik menghasilkan tiga parameter kekuatan mekanik antara lain, kekuatan tarik, regangan tarik, dan modulus elastisitas dapat dilihat dari (Tabel 1.) dan histogram dibawah. Spesimen setelah diuji tarik dapat dilihat pada (Gambar 3.).

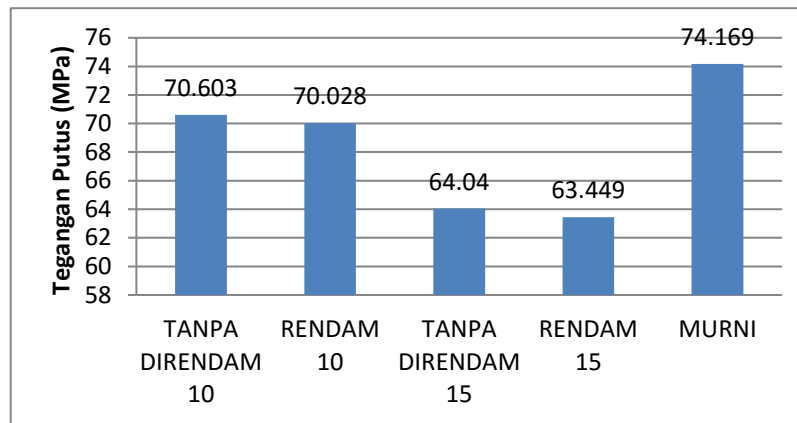


Gambar 3. Spesimen multipurpose setelah diuji tarik.

Tabel 1. Hasil Uji Tarik Rata – rata.

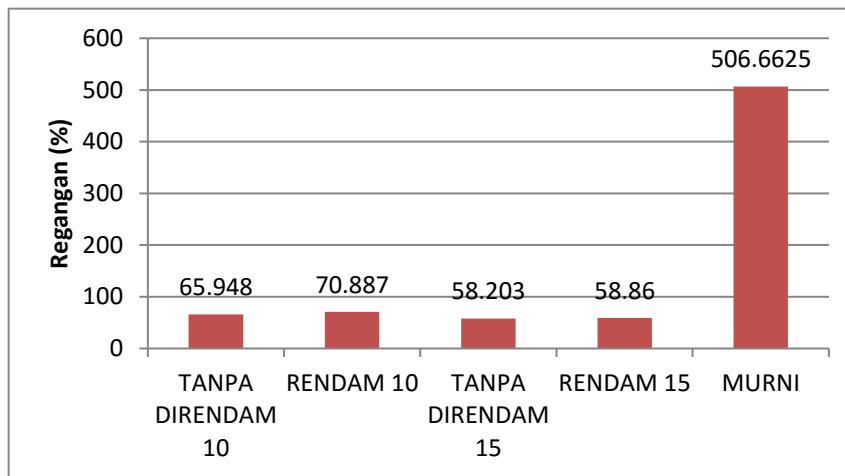
No	Variasi <i>Filler</i>	Kuat Tarik (MPa)	Regangan (%)	Modulus Elastisitas (MPa)
1	Hdpe <i>filler</i> 10%	70,603	65,948	107,058
2	Hdpe <i>filler</i> 10% direndam	70,028	70,887	98,788
3	Hdpe <i>filler</i> 15 %	64,040	58,203	110,028

4	Hdpe <i>filler</i> 15% direndam	63,449	58,860	107,796
5	Hdpe Murni	74,169	506,6625	14,638



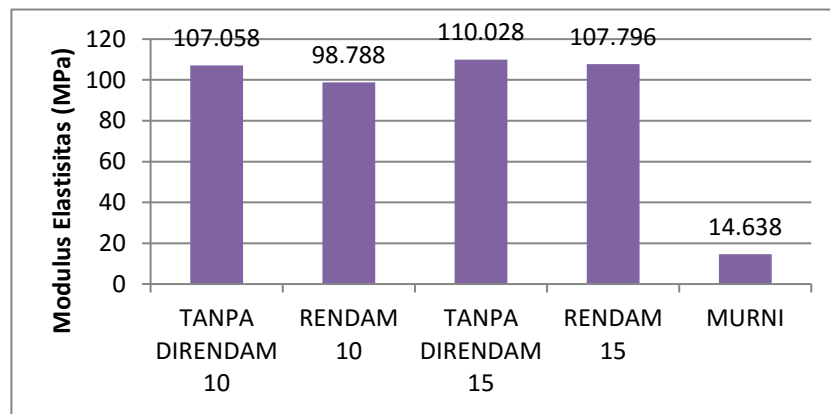
Gambar 4. Histogram Kuat Tarik Rata – rata.

Pada (Gambar 4.) menerangkan bahwa spesimen *multipurpose* material hdpe dengan filler *cornstarch* 10% dan 15% dengan perlakuan perendaman selama 30 hari dan tanpa perlakuan perendaman menunjukkan nilai rata-rata kekuatan tarik sebesar 70,603 MPa, 70,028 MPa, 64,040 MPa, 63,449 MPa. Nilai kuat tarik tertinggi dihasilkan oleh spesimen *multipurpose* dengan filler *cornstarch* 10% tanpa perlakuan perendaman sebesar 70,603 MPa dan nilai kuat tarik terendah dihasilkan oleh spesimen *multipurpose* dengan filler *cornstarch* 15% dengan perlakuan perendaman selama 30 hari sebesar 63,449 MPa, hal ini menunjukkan bahwa penambahan persentase filler *cornstarch* mengakibatkan nilai kuat tarik material hdpe menurun dan perlakuan perendaman selama 30 hari mengakibatkan nilai kuat tarik spesimen *multipurpose* menurun dibandingkan dengan spesimen *multipurpose* tanpa perlakuan perendaman. Sebagai pembanding, nilai kuat tarik dari plastik murni hdpe tanpa penambahan filler *cornstarch* adalah sebesar 74,169 MPa.



Gambar 5. Histogram Regangan Tarik Rata – rata.

Pada (Gambar 5.) menerangkan bahwa spesimen *multipurpose* material hdpe dengan *filler cornstarch* 10% dan 15% dengan perlakuan perendaman selama 30 hari dan tanpa perlakuan perendaman menunjukkan nilai rata-rata regangan tarik sebesar 65,948 %, 70,887 %, 58,203 %, 58,860 %. Nilai regangan tarik tertinggi dihasilkan oleh spesimen *multipurpose* dengan *filler cornstarch* 10% dengan perlakuan perendaman selama 30 hari sebesar 70,887 % dan nilai regangan tarik terendah dihasilkan oleh spesimen *multipurpose* dengan *filler cornstarch* 15% tanpa perlakuan perendaman sebesar 58,203 %, hal ini menunjukkan bahwa penambahan persentase *filler cornstarch* pada material hdpe mengakibatkan material hdpe menjadi getas, sedangkan perlakuan perendaman selama 30 hari mengakibatkan nilai regangan tarik dari spesimen *multipurpose* meningkat dibandingkan dengan spesimen *multipurpose* tanpa perlakuan perendaman. Sebagai pembanding, nilai regangan tarik dari plastik murni hdpe tanpa penambahan *filler cornstarch* adalah sebesar 506.6625 %.



Gambar 6. Histogram Modulus Elastisitas Rata – rata.

Pada (Gambar 6.) menerangkan bahwa spesimen *multipurpose* material hdpe dengan *filler cornstarch* 10% dan 15% dengan perlakuan perendaman selama 30 hari dan tanpa perlakuan perendaman menunjukkan nilai rata-rata modulus elastisitas sebesar 107,058 MPa, 98,788 MPa, 110,028 MPa, 107,796 MPa. Nilai modulus elastisitas tertinggi dihasilkan oleh spesimen *multipurpose* dengan *filler cornstarch* 15% tanpa perlakuan perendaman sebesar 110,028 MPa dan nilai modulus elastisitas terendah dihasilkan oleh spesimen *multipurpose* dengan *filler cornstarch* 10% dengan perlakuan perendaman selama 30 hari sebesar 98,788 MPa, hal ini menunjukkan bahwa penambahan persentase *filler cornstarch* pada material hdpe mengakibatkan nilai modulus elastisitas material hdpe meningkat sedangkan perlakuan perendaman pada spesimen *multipurpose* mengakibatkan nilai modulus elastisitas menurun dibandingkan dengan spesimen *multipurpose* tanpa perlakuan perendaman. Sebagai pembanding, nilai modulus elastisitas dari plastik murni hdpe tanpa penambahan *filler cornstarch* adalah sebesar 14,638 MPa.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Penelitian tentang penambahan *filler cornstarch* pada material HDPE telah diselesaikan. Berdasarkan pembahasan dan analisa data yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Proses fabrikasi material HDPE dengan penambahan *filler cornstarch* dengan metode *injection molding* telah berhasil dilakukan.
2. Sesuai dengan data yang ditunjukkan tabel dan histogram pengujian tarik, didapatkan hasil nilai kuat tarik tertinggi pada spesimen dengan persentase *filler cornstarch* 10% yaitu sebesar 70,603 Mpa dan terendah pada spesimen dengan persentase *filler cornstarch* 15% dengan perlakuan perendaman sebesar 63,449 Mpa. Nilai regangan tertinggi pada spesimen dengan persentase *filler cornstarch* 10% dengan perlakuan perendaman sebesar 70,887 Mpa dan terendah pada spesimen dengan persentase *filler cornstarch* 15% sebesar 58,203 Mpa. Dan nilai modulus elastisitas tertinggi pada spesimen dengan persentase *filler cornstarch* 15% yaitu sebesar 1,100 Mpa dan terendah pada spesimen dengan persentase *filler cornstarch* 10% dengan perlakuan perendaman sebesar 0,987 Mpa.
3. Dari tabel dan histogram pengujian tarik dapat diambil kesimpulan bahwa penambahan persentase *filler cornstarch* mengakibatkan penurunan kuat tarik dan regangan tarik material HDPE, dan perlakuan perendaman selama 30 hari mengakibatkan penurunan kuat tarik sedangkan regangan tarik meningkat. Nilai modulus elastisitas meningkat seiring dengan penambahan *filler cornstarch*.

4.2 Saran

Saran yang dapat penulis berikan setelah melakukan penelitian tentang pengaruh persentase *filler cornstarch* pada sifat mekanis plastik hdpe adalah :

1. Mempelajari literatur dengan seksama dan melakukan perencanaan penelitian dengan matang, sehingga data yang didapatkan adalah hasil yang terbaik.
2. Dalam mencampur plastik dan *cornstarch* diharapkan teliti dengan persentase masing-masing bahan.

3. Dalam menggunakan mesin *injection molding* diharapkan berhati-hati dan selalu fokus.

PERSANTUNAN

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Untuk itu pada kesempatan ini, penulis dengan segala hormat ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Ir. Subroto, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Dr. Agus Dwi Anggono. selaku pembimbing tugas akhir.
4. Keluarga tercinta dan sahabat yang selalu memberikan dukungan semangat baik moril maupun materil.
5. Semua pihak yang telah membantu, semoga Allah membalas kebaikanmu. Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca akan penulis terima dengan senang hati.

DAFTAR PUSTAKA

- Anang,S.2017. *Peran Abu Sekam Padi Pada Komposit Polimer Jenis PET*. Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Malang.
- Billmeyer, F., 1994. *Text Book of Polymer Science*, John Wiley and sons (SEA), pp. 270-271.
- Bryce D. M., 1998, *Plastic Injection Molding Mold Design and Construction Fundamentals*, Society of Manufacturing Engineers, Dearborn, Michigan.

- Eko,Agustinus.2018. *Timstudi Sifat Tarik Dan Tahan Bakar Komposit Limbah Plastik Berpengisi Lempung Untuk Bahan Alternatif Panel Interior Kendaraan*. Teknik Mesin Akademi Teknologi Warga Surakarta.
- Ismariny, 2007. *Analisa Pengaruh Penambahan Filler Anorganik Dan Zat Tambahan Pada Polipaduan Polipropilena Untuk Material Otomotif*. Akta Kimindo vol.2 no.2, 2007 Halaman 117-122
- Juniarto,A.2018. *Pemanfaatan Limbah Plastik Polipropilen Sebagai Material Komposit Plastik Biodegradable Dengan Penambahan Serbuk Ampas Aren*. Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Luqman,Muhammad.2017, *Komparasi Sifat Mekanis Material Polypropylene Dengan Variasi Persentase Kandungan Filler CaCO₃*. Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Kusmono, 2010.*Studi Sifat Mekanik dan MorfologiNano Komposit Berbasis Poliamid6/ Polipropilen/ Clay*. Seminar Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) ke 9 Palembang 2010,57-60
- Sudirman, Aloma K.K., Ari H., Sugeng, B.,Betha dan Mashuri. 2000. *Pengaruh Komposisi Filler Terhadap Struktur Mikro dan Densitas Komposit PP – Pasir*, Journal Mikroskopi dan Mikroanalisis vol.3 no.2, 2000 hal. 9 – 13
- Surono, U.B., 2013, “*Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik menjadi Bahan Bakar Minyak*”, Jurnal Teknik, Vol.3, No.1, ISSN 2088-3676.
- Winarno, F. G dan Rahayu. Titi Sulistyowati. 1994. *Bahan Tambahan Untuk Makanan dan Kontaminan*. Jakarta: Gramedia.

https://id.wikipedia.org/wiki/Polietilena_berdensitas_tinggi